

**Laporan Parsing With CYK Algorithm**

**MATA KULIAH TEORI BAHASA DAN OTOMATA**

(Dosen Pengampu: Dr. Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, S.Si., M.Eng.)



Oleh

Kelompok 1 :

Ni Wayan Diyarini	(2208561012)
Gede Eka Putra Wijaya	(2208561018)
Lusia Elvira Sue Sare	(2208561062)
Figo Stevhen Hidayat	(2208561094)
Jamrud Ivan Hartono	(2208561142)

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS UDAYANA**

**2023**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa kami panjatkan. Atas segala berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan tugas laporan Penerapan CFG ini dengan tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Laporan ini disusun untuk memenuhi tugas mata kuliah Teori Bahasa dan Otomata di program studi Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Selain itu, laporan ini bertujuan menambah wawasan tentang kasus parsing, mengkonversi CFG rules menjadi CNF, algoritma CYK, eksperimen dalam membangun sebuah aplikasi parsing bagi para pembaca.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, S.Si., M.Eng. selaku dosen pengampu mata kuliah Teori Bahasa dan Otomata. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga dapat diselesaikannya laporan Penerapan CFG ini. Kami menyadari bahwa masih banyak kesalahan dalam penyusunan laporan ini, baik dari segi EBI, kosakata, tata bahasa, etika maupun isi. Maka dari itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran seluas-luasnya dari pembaca yang kemudian akan kami jadikan sebagai evaluasi untuk kedepannya.

Demikian, semoga isi dari makalah ini bisa menjadi ilmu baru yang dapat menambah kekayaan intelektual, khususnya dalam merumuskan parsing, dan mengembangkan aplikasi CFG. Selanjutnya segala sesuatu tentang laporan ini kami serahkan kepada dosen pengampu yang terhormat. Terima kasih.

Jimbaran, 27 Desember 2023

Hormat kami

Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
BAB I.....	4
PENDAHULUAN.....	4
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Tujuan.....	4
1.3 Batasan.....	4
1.4 Asumsi.....	5
BAB II.....	6
METODE CONTEXT-FREE GRAMMARS.....	6
2.1 Four-tuple CFG.....	6
2.1.1 Set of Non-Terminal.....	6
2.1.2 Set of Terminal.....	7
2.1.3 Set of Rules.....	7
2.1.4 Start Symbol.....	9
2.2 Konversi CFG ke CNF.....	10
2.3 Algoritma CYK.....	14
ANALISIS DAN DESAIN.....	20
3.1 Desain Aplikasi.....	20
3.1.1 Flowchart/Arsitektur Sistem.....	20
3.1.2 Mockup.....	21
3.1.3 Use Case Diagram.....	21
3.1.4 Activity Diagram.....	22
3.2 Implementasi.....	22
3.2.1 Source Code dan Penjelasan.....	24
BAB IV.....	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil Eksperimen.....	28
4.2 Analisis Hasil.....	28
BAB V.....	29
PENUTUP.....	29
4.1 Kesimpulan.....	29
4.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam ilmu matematika dan komputer, pengertian algoritma merupakan prosedur dari beberapa langkah demi langkah untuk penghitungan. Algoritma dipakai untuk penghitungan, penalaran otomatis, dan pemrosesan data. Pengertian algoritma adalah suatu metode yang efektif diekspresikan sebagai rangkaian yang terbatas dari beberapa instruksi yang telah dijelaskan dengan baik guna menghitung sebuah fungsi. Susunan algoritma dimulai dari kondisi awal dan input awal, instruksi tersebut mendeskripsikan komputasi yang apabila itu dieksekusi serta diproses dengan melewati urutan-urutan kondisi terbatas yang terdefinisi dengan baik, sehingga dapat menghasilkan output atau keluaran dan berhenti di kondisi akhir yang telah ditentukan. Pada kasus ini algoritma berperan penting dalam penyusunan parsing suatu kalimat, dimana algoritma yang digunakan adalah algoritma CYK.

Algoritma CYK adalah algoritma untuk menentukan apakah suatu untai (*string*) dapat diterima oleh suatu Bahasa-Bebas Konteks (*Context Free Grammar - CFG*). Algoritma CYK merupakan salah satu algoritma yang dapat mengenali apakah sebuah string dapat dikatakan sebagai kalimat yang baku atau tidak sedangkan algoritma Levenshtein merupakan algoritma string matching yang digunakan untuk membandingkan dua buah string dengan menghitung jumlah operasi string yang disebut edit distance. Algoritma CYK biasa digunakan untuk mengenali sebuah kalimat dalam tata bahasa.

### 1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari penelitian atau pengembangan ini adalah untuk menyelidiki, mengembangkan, atau memperbaiki algoritma CYK dalam konteks analisis sintaksis pada tata bahasa suatu kalimat. Tujuan tersebut dapat mencakup pengoptimalan algoritma CYK agar lebih efisien dalam mengenali struktur tata bahasa dan memahami sintaksis suatu kalimat.

### 1.3 Batasan

Dalam pengembangan program parsing with CYK Algorithm, terdapat beberapa poin yang perlu diperhatikan agar program dapat berjalan dengan baik. Berikut adalah beberapa poin yang dapat menjadi batasan dalam laporan CYK parsing:

1. Case sensitivity

Input kalimat dalam program masih case sensitive, yang berarti program hanya menerima input kata dengan huruf awal besar. Hal ini disesuaikan dengan struktur kalimat bahasa Indonesia yang umumnya memulai kata dengan huruf besar.

Contoh:

- Input yang valid: "Dani Adalah Siswa Paling Tinggi Di Kelas"
- Input yang tidak valid: "Dani adalah siswa paling tinggi di kelas"

## 2. Coverage Kalimat

Program saat ini belum dapat mengcover semua kalimat bahasa Indonesia yang mungkin ditemui. Coverage hanya terbatas pada kalimat-kalimat yang sudah didefinisikan dalam aturan atau rules tertentu. Oleh karena itu, beberapa kalimat atau struktur kalimat baru mungkin tidak dapat di-parse dengan benar.

### 1.4 Asumsi

Asumsi yang dapat penulis simpulkan sebelum user menggunakan program parsing with CYK Algorithm adalah sebagai berikut:

1. Sebelumnya user sudah mengetahui list kalimat-kalimat yang sudah diberikan.
2. User mampu membuat kalimat baru, berdasarkan pola dan kata yang ada di list kalimat-kalimat yang sudah diberikan.

## BAB II

### METODE CONTEXT-FREE GRAMMARS

#### 2.1 Four-tuple CFG

Grammar Baku Kontekstual (CFG), singkatan dari Context-Free Grammar, adalah bentuk formalisme dalam teori bahasa formal dan ilmu komputer yang digunakan untuk mendefinisikan struktur sintaksis dari bahasa. CFG terdiri dari simbol-simbol terminal, simbol-simbol non-terminal, aturan-aturan produksi, dan simbol awal. Aturan-aturan produksi dalam CFG menyatakan bagaimana simbol-simbol dapat digabungkan untuk membentuk frasa atau kalimat dalam bahasa yang dihasilkan. Bahasa yang dapat dihasilkan oleh CFG memiliki sifat rekursif dan dapat digunakan untuk merepresentasikan struktur hierarkis dalam kalimat atau frasa. Penulis mempresentasikan CGF dengan:

$$G = (V, \Sigma, P, K)$$

Ket:

$V$  = Set of Non-Terminal

$\Sigma$  = Set of Terminal

$P$  = Set of Rules

$K$  = Start Symbol

##### 2.1.1 Set of Non-Terminal

Set of Non-terminal adalah himpunan simbol-simbol atau variabel yang dapat digantikan oleh produksi atau aturan dalam suatu Context-Free Grammar (CFG). Simbol-simbol ini merupakan elemen-elemen yang dapat berkembang atau diperluas menjadi deretan simbol lain dalam proses derivasi atau pembentukan bahasa. Berikut merupakan set of Non-Terminal penulis:

$$V = \{K, S, P, O, Pel, Ket, NP, VP, AdjP, NumP, PP, X, Y, Z, A, Noun, Pronoun, PropNoun, Adj, Verb, Adv, Num, Prep\}$$

Ket:

- K: Kalimat
- S: Subjek
- P: Predikat
- O: Objek
- Pel: Pelengkap
- Ket: Keterangan

- NP: Frasa kata benda
- VP: Frasa kata kerja
- AdjP: Frasa kata sifat
- NumP: Frasa kata bilangan
- PP: Frasa preposisional
- X: Simbol non-terminal tambahan
- Y: Simbol non-terminal tambahan
- Z: Simbol non-terminal tambahan
- A: Simbol non-terminal tambahan
- Noun: Kata benda
- Pronoun: Kata ganti
- PropNoun: Kata benda proper
- Adj: Kata sifat
- Verb: Kata kerja
- Adv: Kata keterangan
- Num: Kata bilangan
- Prep: Preposisi

### 2.1.2 Set of Terminal

Set of terminal adalah kumpulan simbol atau token yang merupakan elemen terendah atau tidak dapat didekomposisi lebih lanjut dalam konteks suatu Context-Free Grammar (CFG). Simbol-simbol ini adalah elemen-elemen akhir atau “terminal” dalam suatu produksi atau derivasi dalam bahasa yang dihasilkan oleh CFG

$\Sigma = \{\text{Nenek, Polisi, Ibu, Daun, Ubi, Acara, Orang, Pemadam, Kebakaran, Waktu, Penduduk, Desa, Anak, Laki-laki, Makanan, Siswa, Taman, Kota, Perpustakaan, Kampus, Jalan, Wahana, Burung, Merpati, Siang, Hari, Kolam, Kuda, Lintasan, Pacu, Monyet, Ranting, Pohon, Kelinci, Kebun, Lumba-lumba, Bunga, Padang, Rumput, Lebah, Buaya, Tepi, Danau, Mahasiswa, Acara, ..., Untuk}\}$

### 2.1.3 Set of Rules

CFG merupakan suatu kaidah tata bahasa yang digunakan untuk menggunakan struktur kalimat. Dengan CFG, suatu grammar disusun sebagai rangkaian *production rule* yang membentuk kalimat dalam bahasa yang dijelaskan oleh grammar tersebut. CFG adalah suatu kaidah tata bahasa yang terdiri atas dua bagian kiranya hanya terdiri dari atas satu non-terminal symbol. Setelah hasil dari deteksi pola kata telah didapat selanjutnya adalah proses penyederhanaan CFG. Berikut merupakan kumpulan P atau set of rules:

- $K \rightarrow S P \mid S P O \mid S P Pel \mid S P O Pel \mid S P Ket \mid S P O Ket$
- $S \rightarrow \text{PropNoun} \mid \text{Pronoun} \mid NP \mid \text{NumP}$
- $P \rightarrow VP$
- $O \rightarrow NP \mid \text{AdjP} \mid \text{NumP}$
- $Pel \rightarrow PP \mid \text{AdjP}$

- **Ket** → PP | VP | AdjP
- **NP** → Noun | NP Noun | NP Verb | NP NumP | NP AdjP | NP PropNoun | NP Pronoun | Adv NP
- **VP** → Verb | Verb AdjP | Adv VP
- **AdjP** → Adj | Adv AdjP | AdjP Adv | AdjP VP | AdjP NP
- **NumP** → Num | NumP NP
- **PP** → Prep | PP NP | PP VP | PP NumP | PP AdjP | PP PropNoun | PP Pronoun
- **Prep** → di | dengan | pada | dalam | setiap | Dengan | Di | Pada | Dalam
- **Pronoun** → para | itu | tersebut | dari | Saya | Kita | Itu | Ini | Yang | bahasa | saya | Dia | Saya | Kita | Itu | Ini | Yang |
- **Noun** → daun | ubi | acara | orang | pemadam | kebakaran | waktu | penduduk | desa | anak | laki-laki | makanan | siswa | taman | kota | perpustakaan | kampus | jalan | wahana | burung | merpati | siang | hari | kolam | kuda | lintasan | pacu | monyet | ranting | pohon | kelinci | kebun | lumba-lumba | bunga | padang | rumput | lebah | buaya | tepi | danau | mahasiswa | acara | seminar | kakek | kursi | Rotan | Pelatih | Orang | Rencana | Perjalanan | Pengembangan | Teknologi | Gadis | Kecil | Boneka | Air | Terjun | Pegunungan | Pertunjukkan | Seni | Malam | Sejarah | Mekar | Tua | Rasa | Coklat | Taman | Kucing | Teman | Anak-Anak | Udara | Kesejukan | Kesegaran | Pikiran | Prestasi | Pohon | Air | Hujan | Suasana | Romantis | Cita-cita | Kesuksesan | Hewan | Peliharaan | Pameran | Karya | Budaya | Lokal | Wisata | Daerah | Dr. | universitas | pantai | pemimpin | proyek | warung | kopi | bu | juara | pemilik | lomba | seminar | pasang | sepatu | rak | sepatu | Indonesia | negara | dunia | kepulauan | Arab | Saudi | penghasil | minyak | dunia | buah | Laki-laki | sepak | bola | pemain | Asrama | putri | Teman | saya | Jepang | sejarah | kebudayaan | Bali | Bapak | guru | Medan | bungkus | rokok | buah | buku | Kuda | hitam | Kotak | besar | mainan | anak-anak | Bunga | pagi | Mobil | Pertunjukan | teater | Kamar | tidur | orang | pengunjung | acara | tersebut | orang | siswa | perpustakaan | ekor | kucing | taman | belakang | rumah | rumah | pemandangan | alam | tahap | konstruksi | Kakek | Kursi | Rotan | Pelatih | Orang | Rencana | Perjalanan | Pengembangan | Teknologi | Gadis | Kecil | Boneka | Air | Terjun | Pegunungan | Pertunjukkan | Seni | Malam | Sejarah | Mekar | Tua | Rasa | Coklat | Taman | Kucing | Teman | Anak-Anak | Udara | Kesejukan | Kesegaran | Pikiran | Prestasi | Pohon | Air | Hujan | Suasana | Romantis | Cita-cita | Kesuksesan | Hewan | Peliharaan | Pameran | Karya | Budaya | Lokal | Wisata | Daerah | Arab | Kuliah | Pentas | Universitas | Ogoh-ogoh | Negara | Penghasil | Minyak | Tahun | Baru | Saka | Dunia | Negara | Pantai | Bu | Kota | Warung | Hari | Budaya | Juara | Lomba | Tengah | Bapak | Hujan | Tetangga | Keindahan | Pantainya | Tetangga | Bukit | Pemandangan | Alam | Pantai | Kota | Danau | Laut | Kulinernya | Bukit Tinggi | Proyek | Bidang | Ekologi | Seminar | Noun | dunia | keindahan | pantainya | kota | kulinernya | hujan | tengah | budaya | malam | hari | pentas | ogoh-ogoh | tahun | penghasil | minyak
- **PropNoun** → Hitam | Rindang | Kontemporer | Siti | Rahayu | adi | santoso ratna | Hitam | Rindang | Kontemporer | Saudi | Dr. Siti Rahayu | Ani | Adi Santoso | Surabaya | Ratna | Kopi | Denpasar | Kiki | Prof. Dr. Hadi Prayitno | Bali | Jakarta |



Haryono | Bogor | Bandung | Monas | Copacabana | Rio de Janeiro | Baikal | Sinta  
 | Mediterania | Bukit Tinggi | Danau Baikal | Bandung | Bogor | Monas | Jakarta |  
 Denpasar | Surabaya | Jawa Timur | saka | Arab Saudi | Indonesia |

- **Verb** → menaiki | mempunyai | bermain | belajar | menjaga | terbang | berenang | pacuan | berlari | bergelantungan | hinggap | mengunyah | berjemur | menjadi | menyukai | disusun | berlangsung | menghibur | menjadi | memberikan | membuat | menampilkan | tarik | berlibur | merupakan | tersebut | menyanyi | membantu | terpajang | adalah | luas | kursus | meneliti | orang | membeli | berlari | banyak | disiram | lama | indah | nyaman | dalam | belajar | bermain | dalam | Menyukai | Disusun | Berlangsung | Menghibur | Menjadi | Memberikan | Membuat | Menampilkan | Tarik | Merupakan | Memberikan | Dilakukan | Sedang | Berlibur | Merupakan | Menyambut | Merupakan | Memiliki | Terletak | Menyanyi | Membantu | Dikenal | Terkenal | Membantu | Menjadi | Terkenal | adalah | terdalam | terkenal | dikenal | terletak | menyambut | terpajang
- **Num** → Banyak | lima | sedikit | seekor | Dua | Lima | belas | tiga | Tujuh | puluh | Sepuluh | Dua | Delapan
- **Adv** → sekitar | saja | hanya | selalu | sedang | Sangat | akan | berisi | harus | sudah | sangat | hadir | Sangat | Selalu | Akan | dengan
- **Adj** → dewasa | jarang | lezat | sering | banyak | cepat | kecil | putih | lepas | Baik | Pesat | Senang | Barunya | Indah | Panjang | Kelemahannya | terbesar | Kebanggaan | Setia | Sejuk | Tinggi | Pendorong | Manis | Daya | indah | Baik | Pesat | Senang | Barunya | Indah | Panjang | Kelemahannya | Kebanggaan | Setia | Sejuk | Tinggi | Pendorong | Manis | Daya | Terbesar | Pemilik | Ramai | Selalu | Indah | Ikon | Terdalam | Pemimpin | Pakar | Pembicara | indah | ramai | terbesar | baru

### 2.1.4 Start Symbol

Start symbol merupakan simbol awal pada CFG. Aturan produksi diterapkan secara berulang untuk mengganti simbol non-terminal dengan simbol terminal atau kombinasi simbol terminal dan non-terminal, hingga dihasilkan string yang hanya terdiri dari simbol terminal. Biasanya S digunakan sebagai simbol awal, namun berikut adalah start symbol dari program penulis:

$K \rightarrow S P \mid X O \mid X Pel \mid X Y \mid X Ket \mid X Z \mid X A$

K sebagai start symbol, dimana:

- $X \rightarrow S P$
- $Y \rightarrow O Pel$
- $Z \rightarrow O Ket$

- $A \rightarrow Y \text{ Ket}$

## 2.2 Konversi CFG ke CNF

Normalisasi Bentuk Chomsky (CNF) adalah representasi khusus dari Grammar Baku Kontekstual (CFG) di mana setiap aturan produksi memiliki bentuk yang sangat terstruktur. Dalam CNF, setiap aturan produksi hanya memungkinkan dua jenis bentuk: produksi langsung ke simbol terminal tunggal atau produksi langsung ke pasangan simbol non-terminal. Dengan kata lain, setiap aturan produksi dalam CNF memiliki bentuk  $A \rightarrow BC$  atau  $A \rightarrow a$ , dimana  $A$ ,  $B$ , dan  $C$  adalah simbol-simbol non-terminal, dan  $a$  adalah simbol terminal.

Normalisasi Bentuk Chomsky memiliki manfaat penting dalam analisis sintaksis dan pemrosesan bahasa alami karena menyederhanakan struktur gramatikal, memungkinkan algoritma-algoritma analisis sintaksis yang lebih efisien, dan menyediakan representasi yang lebih terstruktur untuk bahasa formal. Konsep CNF menjadi landasan dalam pengembangan metode dan alat untuk pemrosesan bahasa dan kompilasi.

Berikut merupakan rules hasil konversi dari CFG menjadi CNF

Context-Free Grammar	Chomsky Normal Form
$K \rightarrow S P$ $K \rightarrow S P O$  $K \rightarrow S P Pel$ $K \rightarrow S P Ket$ $K \rightarrow S P O Pel$  $K \rightarrow S P O Ket$	$K \rightarrow S P$ $K \rightarrow X O$ $X \rightarrow S P$  $K \rightarrow X Pel$ $K \rightarrow X Ket$ $K \rightarrow X Y$ $Y \rightarrow O Pel$  $K \rightarrow X Z$ $Z \rightarrow O Ket$ $K \rightarrow X A$ $A \rightarrow Y Ket$
$S \rightarrow NP$  $S \rightarrow NumP$	$S \rightarrow NP \text{ Noun}$ $S \rightarrow NP \text{ Verb}$ $S \rightarrow NP \text{ NumP}$ $S \rightarrow NP \text{ AdjP}$ $S \rightarrow NP \text{ PropNoun}$ $S \rightarrow NP \text{ Pronoun}$ $S \rightarrow NumP NP$

<b>S</b> → PropNoun	<b>PropNoun</b> →   Hitam   Rindang   Kontemporer   Siti   Rahayu   Adi   Santoso   Ratna   Kopi   Denpasar   Kiki   Prof   Dr   Hadi   Prayitno   Bali   Jakarta   Haryono   Bogor   Bandung   Monas   Copacabana   Rio   de   Janeiro   Baikal   Sinta   Mediterania   Bukit   Tinggi   Danau   Baikal   Jawa   Timur   Saka   Arab   Saudi   Indonesia   Koi   Jepang   Medan
<b>S</b> → Pronoun	<b>Pronoun</b> → Para   Itu   Tersebut   Dari   Saya   Kita   Itu   Ini   Yang   Bahasa   Saya   Dia
<b>P</b> → VP	<b>P</b> → Verb NP <b>P</b> → Verb AdjP <b>P</b> → Adv VP <b>P</b> → Adv AdjP <b>P</b> → AdjP Adv <b>P</b> → Verb VP <b>P</b> → NumP NP <b>P</b> → AdjP NP
<b>O</b> → NP  <b>O</b> → AdjP  <b>O</b> → NumP	<b>O</b> → NP PropNoun <b>O</b> → NP Verb <b>O</b> → NP Nump <b>O</b> → NP AdjP <b>O</b> → NP PropNoun <b>O</b> → NP Pronoun <b>O</b> → Adv AdjP <b>O</b> → AdjP Adv <b>O</b> → AdjP VP <b>O</b> → AdjP NP <b>O</b> → NumP NP
<b>Pel</b> → PP    <b>Pel</b> → AdjP	<b>Pel</b> → PP NP <b>Pel</b> → PP VP <b>Pel</b> → PP NumP <b>Pel</b> → PP AdjP <b>Pel</b> → PP PropNoun <b>Pel</b> → PP Pronoun  <b>Pel</b> → Adv AdjP <b>Pel</b> → AdjP Adv <b>Pel</b> → AdjP VP <b>Pel</b> → AdjP NP

<p><b>Ket</b> → PP</p> <p>Ket → VP</p> <p>Ket → AdjP</p>	<p><b>Ket</b> → PP NP</p> <p>Ket → PP VP</p> <p>Ket → PP NumP</p> <p>Ket → PP AdjP</p> <p>Ket → PP PropNoun</p> <p>Ket → PP Pronoun</p> <p>Ket → Verb NP</p> <p>Ket → Verb AdjP</p> <p>Ket → Adv VP</p> <p>Ket → Adv AdjP</p> <p>Ket → AdjP Adv</p> <p>Ket → AdjP VP</p> <p>Ket → AdjP NP</p>
<p><b>NP</b> → Noun</p> <p>NP → NP Noun</p> <p>NP → NP Verb</p> <p>NP → NP NumP</p> <p>NP → NP AdjP</p> <p>NP → NP PropNoun</p> <p>NP → NP Pronoun</p> <p>NP → Adv NP</p>	<p>NP → Noun</p> <p><b>NP</b> → NP Noun</p> <p>NP → NP Verb</p> <p>NP → NP NumP</p> <p>NP → NP AdjP</p> <p>NP → NP PropNoun</p> <p>NP → NP Pronoun</p> <p>NP → Adv NP</p> <p>Noun → → Nenek   Polisi   Ibu   Daun   Ubi   Acara   Orang   Pemadam   Kebakaran   Waktu   Penduduk   Desa   Anak   Laki-laki   Makanan   Siswa   Taman   Kota   Perpustakaan   Kampus   Jalan   Wahana   Burung   Merpati   Siang   Hari   Kolam   Kuda   Lintasan   Pacu   Monyet   Ranting   Pohon   Kelinci   Kebun   Lumba-lumba   Bunga   Padang   Rumput   Lebah   Buaya   Tepi   Danau   Mahasiswa   Acara   Seminar   Kakek   Kursi   Rotan   Pelatih   Orang   Rencana   Perjalanan   Pengembangan   Teknologi   Gadis   Kecil   Boneka   Air   Terjun   Pegunungan   Pertunjukan   Seni   Malam   Sejarah   Mekar   Tua   Rasa   Coklat   Taman   Kucing   Teman   Anak-Anak   Udara   Kesejukan   Kesegaran   Pikiran   Prestasi   Pohon   Air   Hujan   Suasana   Romantis   Cita-cita   Kesuksesan   Hewan   Peliharaan   Pameran   Karya   Budaya   Lokal   Wisata   Daerah   Arab   Kuliah   Pentas   Universitas   Ogoh-ogoh   Negara   Penghasil   Minyak   Tahun   Baru   Saka   Dunia   Negara   Pantai   Bu   Warung   Hari   Budaya   Juara   Lomba   Tengah   Bapak   Hujan   Tetangga   Keindahan   Pantainya  </p>

	<p>Tetangga   Bukit   Pemandangan   Alam   Pantai   Kota   Danau   Laut   Kulinernya   Bukit   Tinggi   Proyek   Bidang   Ekologi   Seminar   Dunia   Keindahan   Pantainya   Kota   Kulinernya   Hujan   Tengah   Budaya   Malam   Hari   Pentas   Ogoh-ogoh   Tahun   Penghasil   Minyak   Kegiatan   Pengabdian   Ketertiban   Ikan   Kupu-kupu   Sapi   Nektar   Kepulauan   Pasang   Sepatu   Rak   Buah   Rumah   Tahap   Konstruksi   Ekor   Belakang   Pengunjung   Kamar   Tidur   Teater   Mobil   Kotak   Mainan   Buku   Bungkus   Rokok   Kebudayaan   Asrama   Putri   Pemain   Sepak   Bola   Guru   Tari</p>
<p><b>VP</b> → Verb</p>	<p>VP → Verb</p> <p><b>Verb</b> → Menaiki   Mempunyai   Bermain   Belajar   Menjaga   Terbang   Berenang   Pacuan   Berlari   Bergelantungan   Hinggap   Mengunyah   Berjemur   Menjadi   Menyukai   Disusun   Berlangsung   Menghibur   Menjadi   Memberikan   Membuat   Menampilkan   Tarik   Berlibur   Merupakan   Tersebut   Menyanyi   Membantu   Terpajang   Adalah   Luas   Kursus   Meneliti   Orang   Membeli   Berlari   Banyak   Disiram   Lama   Indah   Nyaman   Dalam   Belajar   Bermain   Dalam   Menyukai   Disusun   Berlangsung   Menghibur   Menjadi   Memberikan   Membuat   Menampilkan   Tarik   Merupakan   Memberikan   Dilakukan   Sedang   Berlibur   Merupakan   Menyambut   Merupakan   Memiliki   Terletak   Menyanyi   Membantu   Dikenal   Terkenal   Membantu   Menjadi   Terkenal   Adalah   Terdalam   Terkenal   Dikenal   Terletak   Menyambut   Terpajang   Mengambil   Menghadiri   Mengikuti   Diperbolehkan   Menyelamatkan   Memasak   Melompat-lompat   Mengumpulkan</p>
<p>VP → Verb AdjP VP → Adv VP</p>	<p><b>VP</b> → Verb AdjP VP → Adv VP</p>
<p><b>AdjP</b> → Adj</p>	<p>AdP → Adj</p> <p><b>Adj</b> → Dewasa   Jarang   Lezat   Sering   Banyak   Cepat   Kecil   Putih   Lepas   Baik   Pesat   Senang   Barunya   Indah   Panjang   Kelemahannya   Terbesar   Kebanggaan   Setia   Sejuk   Tinggi   Pendorong   Manis   Daya   Indah   Baik   Pesat   Senang   Barunya   Indah   Panjang   Kelemahannya   Kebanggaan   Setia   Sejuk   Tinggi   Pendorong   Manis   Daya   Terbesar   Pemilik   Ramai   Selalu   Indah   Ikon   Terdalam   Pemimpin   Pakar  </p>

<p>AdP → Adv AdjP AdP → AdjP Adv AdP → AdjP VP AdP → AdjP NP</p>	<p>Pembicara   Indah   Ramai   Terbesar   Baru   Digunakan   Pagi   Besar</p> <p><b>AdjP</b> → Adv AdjP AdP → AdjP Adv AdP → AdjP NP</p>
	<p><b>Adv</b> → Sekitar   Saja   Hanya   Selalu   Sedang   Sangat   Akan   Berisi   Harus   Sudah   Sangat   Hadir   Sangat   Selalu   Akan   Dengan</p>
<p><b>NumP</b> → Num</p> <p>Num P → NumP NP</p>	<p>Num P → Num <b>Num</b> → Banyak   Lima   Sedikit   Seekor   Dua   Lima   Belas   Tiga   Tujuh   Puluh   Sepuluh   Dua   Delapan</p> <p><b>NumP</b> → NumP NP Num P → Num NumP</p>
<p><b>PP</b> → Prep</p> <p>PP → PP NP PP → PP VP PP → PP NumP PP → PP AdjP PP → PP PropNoun PP → PP Pronoun</p>	<p>PP → Prep <b>Prep</b> → Di   Dengan   Pada   Dalam   Setiap   Dengan   Di   Pada   Dalam   Untuk</p> <p><b>PP</b> → PP NP PP → PP VP PP → PP NumP PP → PP Adj PP → PP PropNoun PP → PP Pronoun</p>

## 2.3 Algoritma CYK

Algoritma Cocke-Younger-Kasami (CYK) merupakan algoritma parsing yang masuk pada jenis parsing bottom-up, algoritma CYK mengisi array probabilitas dengan proses induksi.

### 2.3.1 Contoh Penerapan Algoritma CYK

Contoh Kalimat : “ Banyak orang menghadiri acara itu”

Mengisi baris pertama sesuai dengan set of product yang telah dibuat.

{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb}	{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb}	{P, VP, Verb}	{S, O, NP, Noun}	{S, NP, Pronoun}
Banyak	Orang	Menghadiri	Acara	Itu

Mengisi baris kedua dengan menggunakan rumus :  $(X_{i,i}, X_{i+1,j})$ , sehingga menjadi seperti berikut :

$$X_{1,2} = (X_{1,1}, X_{2,1})$$

$$= (X_{1,1}, X_{2,2})$$

$$= \{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb\} \{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb\}$$

$$= \{S S, S P, S O, S NP, S VP, S Noun, S Verb, P S, P P, P O, P NP, P VP, P Noun, P Verb, O S, O P, O O, O NP, O VP, O Noun, O Verb, Pel S, Pel P, Pel O, Pel NP, Pel VP, Pel Noun, Pel Verb, Ket S, Ket P, Ket O, Ket NP, Ket VP, Ket Noun, Ket Verb, VP S, VP P, VP O, VP NP, VP VP, VP Noun, VP Verb, NumP S, NumP P, NumP O, NumP NP, NumP VP, NumP Noun, NumP Verb, Adj S, Adj P, Adj O, Adj NP, Adj VP, Adj Noun, Adj Verb, Verb S, Verb P, Verb O, Verb NP, Verb VP, Verb Noun, Verb Verb\}$$

$$= \{X\}$$

$$X_{2,3} = (X_{1,1}, X_{2,1})$$

$$= (X_{2,2}, X_{3,3})$$

$$= (\{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb\}, \{P, VP, Verb\})$$

$$= \{S P, S VP, S Verb, P P, P VP, P Verb, O VP, O Verb, NP P, NP VP, NP Verb, VP P, VP VP, VP Verb, Noun P, Noun VP, Noun Verb, Verb P, Verb VP, Verb Verb\}$$

$$= \{X, S, O, NP\}$$

$$X_{3,4} = (X_{1,1}, X_{2,1})$$

$$= (X_{3,3}, X_{4,4})$$

$$= (\{P, VP, Verb\} \{S, O, NP, Noun\})$$

$$= \{P S, P O, P NP, P Noun, VP S, VP O, VP NP, VP Noun, Verb S, Verb O, Verb NP, Verb Noun\}$$

$$= \{P, Ket\}$$

$$X_{4,5} = (X_{i,i}, X_{i+1,j})$$

$$= (X_{4,4}, X_{5,5})$$

$$= \{S, O, NP, Noun\} \{S, NP, Pronoun\}$$

$$= \{S S, S NP, S Pronoun, O S, O NP, O Pronoun, NP S, NP NP, NP Pronoun, Noun S, Noun NP, Noun Pronoun\}$$

$$= \{S, O, NP\}$$

{X}	{X, S, O, NP}	{P, Ket}	{S, O, NP}	
{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb}	{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb}	{P, VP, Verb}	{S, O, NP, Noun}	{S, NP, Pronoun}
Banyak	Orang	Menghadiri	Acara	Itu

Mengisi baris ketiga dengan menggunakan rumus :  $(X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j)$ , sehingga menjadi seperti berikut:

$$X_{1,3} = (X_{i,i}, X_{i+1,j}) (X_{i,i+1}, X_{i+2,j})$$

$$= (X_{1,1}, X_{2,3}), (X_{1,2}, X_{3,3})$$

$$= \{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb\} \{X, S, O, NP\} \cup \{X\} \{P, VP, Verb\}$$

$$= \{S X, S S, S O, S NP, P X, P S, P O, P NP, O X, O S, O O, O NP, Pel X, Pel S, Pel O, Pel NP, Ket X, Ket S, Ket O, Ket NP, VP X, VP S, VP O, VP NP, NumP X, NumP S, NumP O, NumP NP, Adj X, Adj S, Adj O, Adj NP, Verb X, Verb S, Verb O, Verb NP, X P, X VP, X Verb\}$$



$$= \emptyset$$

$$X_{2,4} = (X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j)$$

$$= (X_{2,2}, X_{3,4}), (X_{2,3}, X_{4,4})$$

$$= \{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb\} \{P, Ket\} \cup \{X, S, O, NP\} \{S, O, NP, Noun\}$$

$$= \{S P, S Ket, P P, P Ket, O P, O Ket, NP P, NP Ket, VP P, VP Ket, Noun P, Noun Ket, Verb P, Verb Ket, X S, X O, X NP, X Noun, S S, S O, S NP, S Noun, O S, O O, O NP, O Noun, NP S, NP O, NP NP, NP Noun\}$$

$$= \{K\}$$

$$X_{3,5} = (X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j)$$

$$= (X_{3,3}, X_{4,5}), (X_{3,4}, X_{5,5})$$

$$= \{P, VP, Verb\} \{S, O, NP\} \cup \{P, Ket\} \{S, NP, Pronoun\}$$

$$= \{P S, P O, P NP, VP S, VP O, VP NP, Verb S, Verb O, Verb NP, P S, P NP, P Pronoun, Ket S, Ket NP, Ket Pronoun\}$$

$$= \emptyset$$

$\emptyset$	$\{K\}$	$\emptyset$		
$\{X\}$	$\{X, S, O, NP\}$	$\{P, Ket\}$	$\{S, O, NP\}$	
$\{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb\}$	$\{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb\}$	$\{P, VP, Verb\}$	$\{S, O, NP, Noun\}$	$\{S, NP, Pronoun\}$
Banyak	Orang	Menghadiri	Acara	Itu

Mengisi baris keempat dengan menggunakan rumus :  $(X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j) (X_i, i+2, X_{i+3}, j)$ , sehingga menjadi seperti berikut :

$$X_{1,4} = (X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j) (X_i, i+2, X_{i+3}, j)$$

$$= (X_{1,1}, X_{2,4})(X_{1,2}, X_{3,4})(X_{1,3}, X_{4,4})$$

$$= \{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb\} \{K\} \cup \{X\} \{P, Ket\} \cup \emptyset \{S, O, NP, Noun\}$$

$$= \{S\ K, P\ K, O\ K, Pel\ K, Ket\ K, VP\ K, NumP\ K, Adj\ K, Verb\ K, X\ P, X\ Ket\}$$

$$= \{K\}$$

$$X_{2,5} = (X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j) (X_{i+2}, X_{i+3}, j)$$

$$= (X_{2,2}, X_{3,5}) (X_{2,3}, X_{4,5}) (X_{2,4}, X_{5,5})$$

$$= \{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb\} \emptyset \cup \{X, S, O, NP\} \{S, O, NP\} \cup \{K\} \{S, NP, Pronoun\}$$

$$= \{X\ S, X\ O, X\ NP, S\ S, S\ O, S\ NP, O\ S, O\ O, O\ NP, NP\ S, NP\ O, NP\ NP, K\ S, K\ NP, K\ Pronoun\}$$

$$= \{K\}$$

{K}	{K}			
∅	{K}	∅		
{X}	{X, S, O, NP}	{P, Ket}	{S, O, NP}	
{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb}	{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb}	{P, VP, Verb}	{S, O, NP, Noun}	{S, NP, Pronoun}
Banyak	Orang	Menghadiri	Acara	Itu

Mengisi baris kelima dengan menggunakan rumus :  $(X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j) (X_{i+2}, X_{i+3}, j) (X_{i+3}, X_{i+4}, j)$ , sehingga menjadi seperti berikut :

$$X_{1,5} = (X_i, i, X_{i+1}, j) (X_i, i+1, X_{i+2}, j) (X_{i+2}, X_{i+3}, j) (X_{i+3}, X_{i+4}, j)$$

$$= (X_{1,1}, X_{2,5}) (X_{1,2}, X_{3,5}) (X_{1,3}, X_{4,5}) (X_{1,4}, X_{5,5})$$

$$= \{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb\} \{K\} \cup \{X\} \emptyset \cup \emptyset \{S, O, NP\} \cup \{K\} \{S, NP, Pronoun\}$$

$$= \{S\ K, P\ K, O\ K, Pel\ K, Ket\ K, VP\ K, NumP\ K, Adj\ K, Verb\ K, K\ S, K\ NP, K\ Pronoun\}$$

$$= \{K\}$$

{K}				
{K}	{K}			
	{K}			
{X}	{X, S, O, NP}	{P, Ket}	{S, O, NP}	
{S, P, O, Pel, Ket, VP, NumP, Adj, Verb}	{S, P, O, NP, VP, Noun, Verb}	{P, VP, Verb}	{S, O, NP, Noun}	{S, NP, Pronoun}
Banyak	Orang	Menghadiri	Acara	Itu

Karena terdapat K yang merupakan start symbol pada X1,5 maka kalimat “Banyak orang menghadiri acara itu” adalah “Valid” atau “Diterima”.

## BAB III

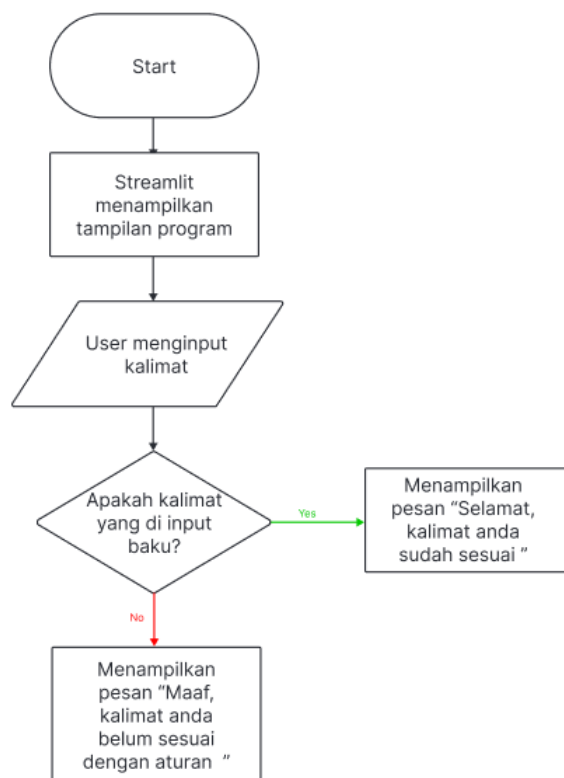
### ANALISIS DAN DESAIN

#### 3.1 Desain Aplikasi

Desain dari program parsing dengan CYK algorithm terdiri dari Flowchart, Mockup Program, Use Case Diagram, Activity Diagram, Implementasi, serta penjelasan source code program. Berikut merupakan detailnya:

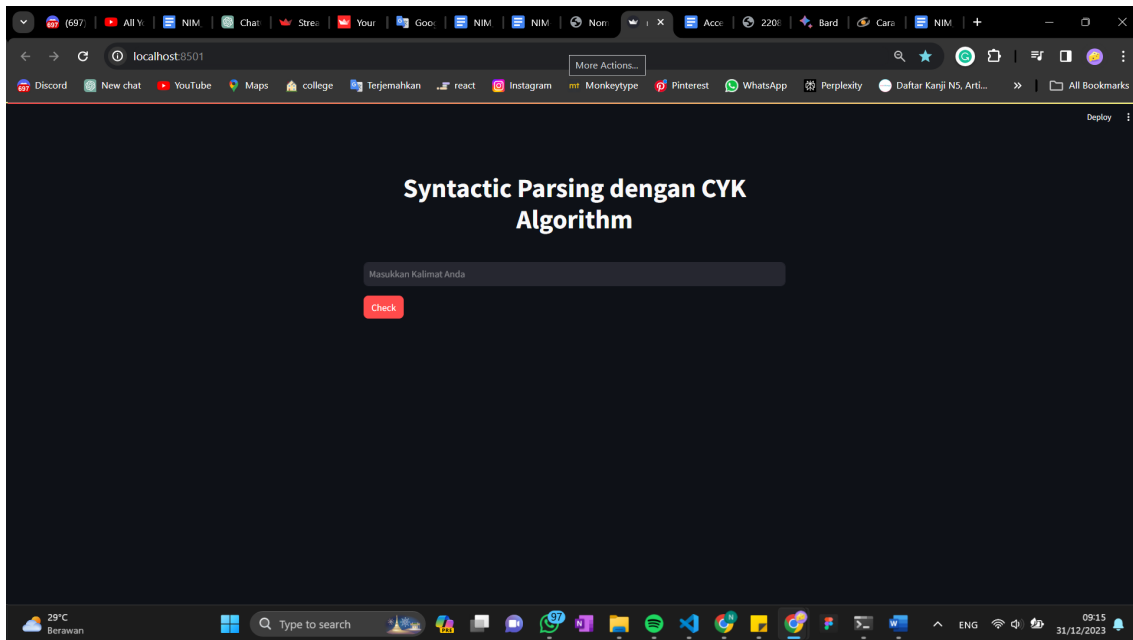
##### 3.1.1 Flowchart/Arsitektur Sistem

Berikut ini adalah Flowchart yang menggambarkan proses aplikasi secara umum serta proses-proses utama yang akan dilalui oleh aplikasi.



Gambar 1. Flowchart Sistem

### 3.1.2 Mockup

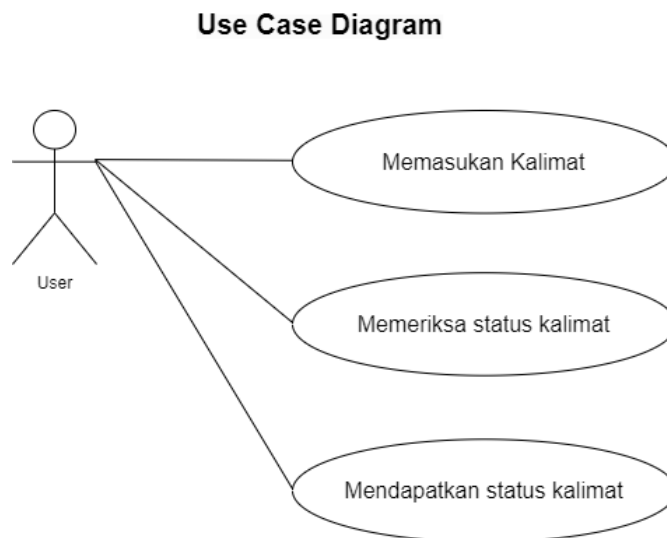


Gambar 2. Mockup

Berikut merupakan mockup, tampilan utama dari program Parsing dengan CYK Algoritim. Dimana user dapat mengetahui kalimat yang user input apakah sudah baku atau belum.

### 3.1.3 Use Case Diagram

Use case diagram dari sistem ini akan menunjukkan interaksi antara sistem dan berbagai kasus penggunaan yang dapat dilakukan oleh user serta dapat membantu dalam pemahaman dan dokumentasi kebutuhan fungsional sistem.

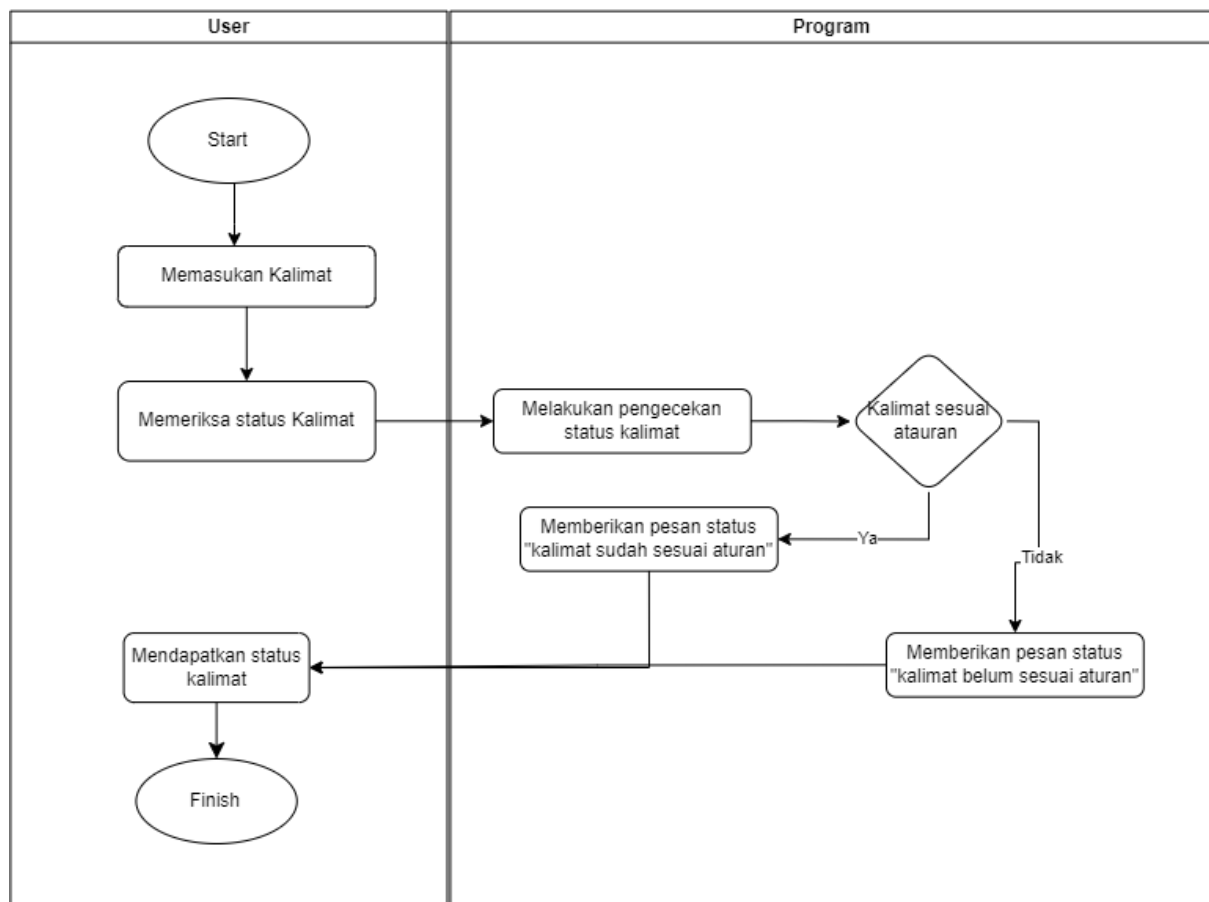


Gambar 3. Use case diagram

### 3.1.4 Activity Diagram

Diagram aktivitas akan merepresentasikan visual dari aliran kerja atau proses bisnis di dalam suatu sistem. Diagram aktivitas ini menunjukkan serangkaian atau tindakan yang dilakukan oleh berbagai objek atau agen dalam sistem serta dapat membantu dalam memodelkan urutan langkah-langkah dan kontrol aliran dalam suatu proses.

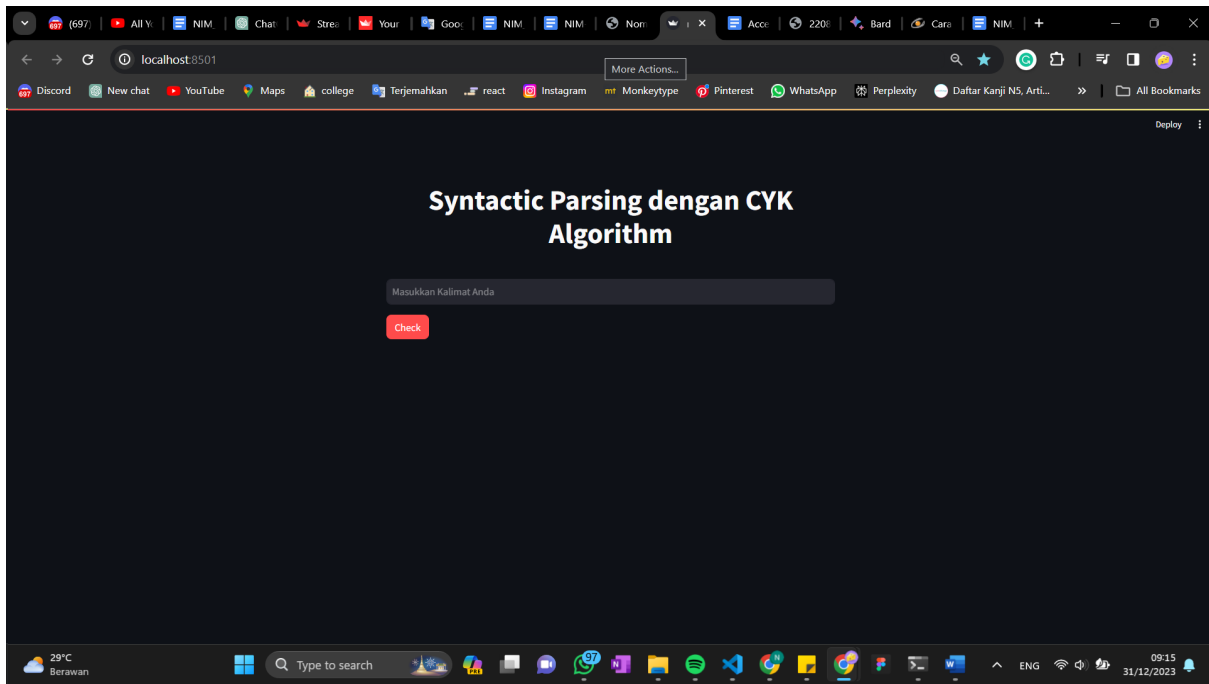
#### Activity Diagram



Gambar 4. Activity diagram

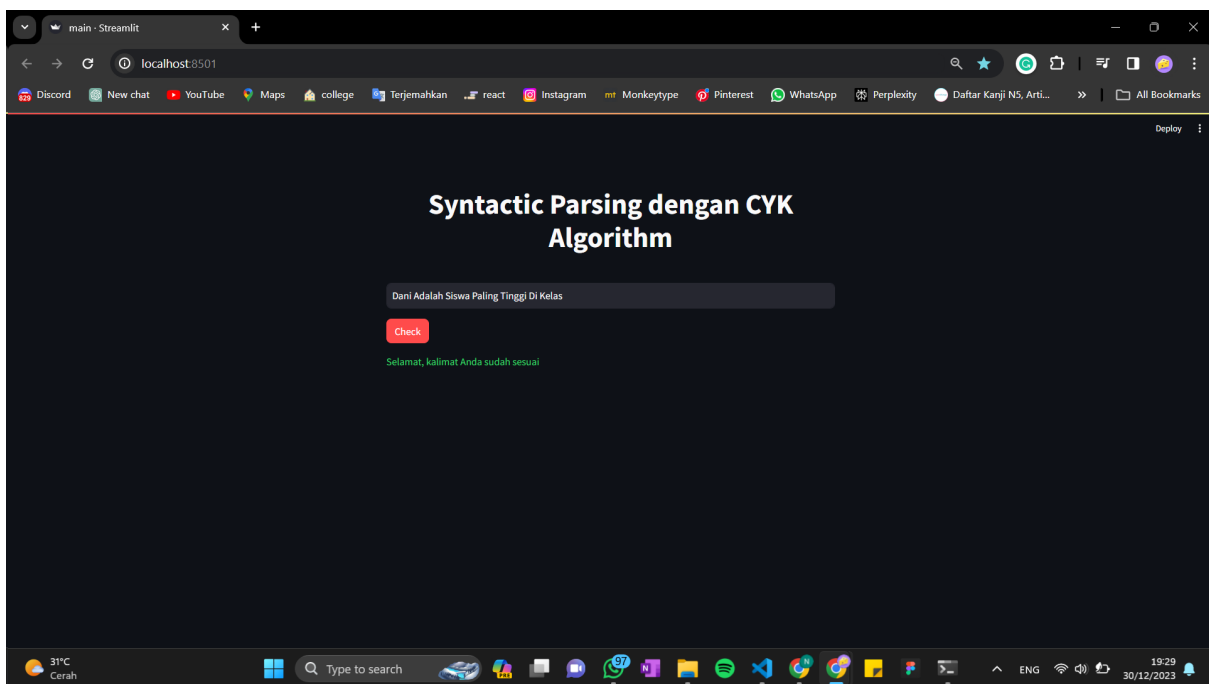
### 3.2 Implementasi

Berikut ini adalah implementasi dari sistem ini yang merepresentasikan visual atau model tampilan antarmuka.



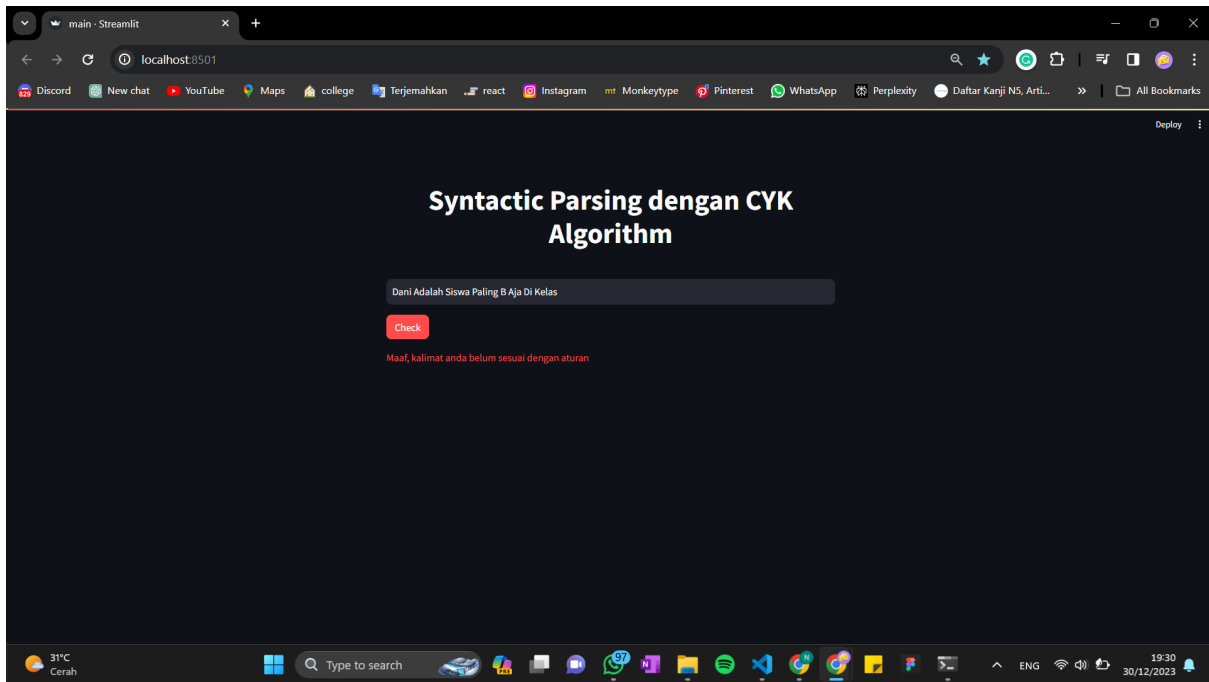
Gambar 5.1. Tampilan awal

Tampilan awal saat user belum menginputkan kalimat yang ingin dicek.



Gambar 5.2. Tampilan input benar

Tampilan jika kalimat yang dicek user merupakan kalimat baku, maka akan muncul warn berwarna hijau “Selamat, kalimat anda sudah sesuai”.



Gambar 5.3. Tampilan input salah

Tampilan bila kalimat yang dicek user bukan kalimat baku, sehingga program akan menampilkan warn berwarna merah “Maaf, kalimat anda belum sesuai dengan aturan”.

### 3.2.1 Source Code dan Penjelasan

#### a. File main.py

Source Code	Penjelasan
<pre>from view.web import run_streamlit if __name__ == "__main__":     run_streamlit()</pre>	<p>kode ini digunakan untuk menjalankan aplikasi web menggunakan Streamlit. Aplikasi web ini diatur dalam modul run_streamlit yang disimpan dalam folder view/web. Kode ini memastikan bahwa aplikasi web hanya dijalankan saat skrip dijalankan sebagai program utama, bukan diimpor sebagai modul oleh skrip lain.</p>

Tabel 1.1 Source Code dan Penjelasan pada File main.py

#### b. File web.py

Source Code	Penjelasan
-------------	------------



```

import streamlit as st
import pandas as pd
from controller import app
from model.rules import R
from controller.app import cykParse

def run_streamlit():
    # st.set_page_config(layout='wide')
    st.write("<h1
style='text-align:center; '>Syntactic
Parsing dengan CYK Algorithm</h1>",
unsafe_allow_html=True)
    input_sentence = st.text_input('
',placeholder='Masukkan Kalimat Anda')
    button_click = st.button('Check',
type='primary') # membuah sebuah button
dengan text dalam button = 'Check'
    if button_click:
        if len(input_sentence) == 0:
st.write(":red[Kalimat Tidak Boleh
Kosong]") # ketika input kosong
        else:
            words =
input_sentence.split()
            n = len(words)

            # Initialize the table
            T = [[set([]) for _ in
range(n)] for _ in range(n)]

            # Filling in the table
            cykParse(words)

            # if "K" in T[0][n - 1]:
            #
st.write(":green[Selamat, kalimat anda
memenuhi syarat]")
            # else:
            #
st.write(":yellow[Maaaf sepertinya kalimat
anda belum memenuhi syarat]")

run_streamlit()

```

- streamlit: Digunakan untuk membuat aplikasi web dengan mudah.
- pandas: Digunakan untuk manipulasi data (meskipun tidak digunakan dalam source code ini).
- controller dan model: Modul-modul terpisah untuk mengorganisasi dan memisahkan logika aplikasi.

Secara keseluruhan, source code tersebut membangun antarmuka web sederhana untuk parsing kalimat dengan algoritma CYK menggunakan Streamlit.

Tabel 1.2 Source Code dan Penjelasan pada File web.py

**c. File app.py**

Source Code	Penjelasan
<pre> from model.rules import R import streamlit as st  # Function to perform the CYK Algorithm def cykParse(words):     n = len(words)      # Initialize the table     T = [[set([]) for _ in range(n)] for _ in range(n)]      # Filling in the table     for j in range(n):         # Iterate over the rules         for lhs, rule in R.items():             for rhs in rule:                 # If a terminal is found                 if len(rhs) == 1 and rhs[0] == words[j]:                     T[j][j].add(lhs)                  for i in range(j - 1, -1, -1):                     # Iterate over the range i to j + 1                      for k in range(i, j):                         # Iterate over the rules                         for lhs, rule in R.items():                             for rhs in rule:                                 # If a terminal is found                                     if len(rhs) == 2 and rhs[0] in T[i][k] and rhs[1] in T[k + 1][j]:   T[i][j].add(lhs) </pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• model.rules: Modul yang berisi aturan-aturan (rules) untuk digunakan dalam parsing.</li> <li>• streamlit: Digunakan untuk membuat aplikasi web dengan mudah.</li> </ul> <p>Fungsi cykParse:  Fungsi ini menerima input berupa daftar kata-kata (words) yang akan di-parse menggunakan algoritma CYK.  Variabel n menyimpan jumlah kata dalam kalimat. Variabel T adalah tabel yang digunakan dalam algoritma CYK. Tabel ini memiliki dimensi n x n dan diinisialisasi dengan set kosong.</p>

<pre> # If the sentence can be formed by rules of the given grammar     if "K" in T[0][n - 1]:         st.write(":green[Selamat, kalimat Anda sudah sesuai]")     else:         st.write(":red[Maaf, kalimat anda belum sesuai dengan aturan]")  # input_sentence = "Tono Memasak Rendang" # words = input_sentence.split()  # Function Call # cykParse(words) </pre>	
---	--

Tabel 1.3 Source Code dan Penjelasan pada File app.py

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Eksperimen**

Setelah melakukan eksperimen menginput satu per satu kalimat ke program, penulis mendapatkan hasil keakuratan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$Keakuratan = \left( \frac{\text{Jumlah Kalimat yang Diprediksi dengan Benar}}{\text{Total Kalimat yang Diuji}} \times 100\% \right)$$

Dari 80 kalimat baku, program penulis hanya bisa mendeteksi sebanyak 63 dari 80 kalimat baku sehingga program tidak bisa mendeteksi sejumlah 17 kalimat.

Dan dari 20 kalimat tidak baku, program penulis hanya bisa mendeteksi 15 dari 20 kalimat tidak baku sehingga program tidak bisa mendeteksi sejumlah 5 kalimat tidak baku.

Total kalimat yang bisa dideteksi adalah 78 dari 100 kalimat. Berikut merupakan perhitungannya.

$$Keakuratan = \left( \frac{78}{100} \times 100\% \right) = 78\%$$

#### **4.2 Analisis Hasil**

Program penulis saat ini hanya memiliki keakuratan sebanyak 78% saja, namun akan dikembangkan lebih lanjut untuk kedepannya. Agar hasil keakuratan meningkat, rules atau aturan produksi yang ada harus dikembangkan lagi, sehingga dapat menerima seluruh kalimat baku yang di input dan menolak seluruh kalimat tidak baku yang di input.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **4.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari hasil pembahasan laporan ini adalah penerapan CFG dalam parsing kalimat baku Bahasa Indonesia membutuhkan aturan-aturan sintaksis yang dapat dibuat atau diadaptasi. Proses parsing dilakukan dengan membaca kalimat, mencocokkan setiap kata dengan aturan CFG, dan menghasilkan pohon sintaksis. Algoritma CYK menggunakan metode table filling, membangun tabel segitiga bawah, dan mengisi nilainya dari bawah ke atas. Jika tabel tersebut menghasilkan himpunan kosong atau tidak ada start symbol, kalimat dianggap tidak valid; sebaliknya, jika terdapat start symbol, kalimat dianggap valid. Aplikasi parsing berbasis web dapat dikembangkan dengan Python menggunakan framework streamlit.

#### **4.2 Saran**

Sebagai saran untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian ini dapat melibatkan peningkatan coverage kalimat agar dapat mengatasi berbagai struktur kalimat bahasa Indonesia yang lebih kompleks. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap performa algoritma CYK dalam pemrosesan kalimat-kalimat panjang atau dengan grammar yang lebih kompleks. Implementasi teknik-teknik optimasi juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kecepatan dan efisiensi algoritma CYK.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Meilani, Budanis Dwi. 2016. Penentuan Pola Kalimat Bahasa Inggris pada Simple Present Tense Menggunakan Metode Bottom Up Parsing. Integer Journal. Vol 1, No 1, Maret 2016: 9-16. Hal 3
- Sukamto, Rosa Ariani. 2009. Penguraian Bahasa Indonesia dengan Menggunakan Pengurai Collins.